

# تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی

حسینعلی عبدالحی

محمدکاظم سیدی قمی

امیرسعید ویلکی

|                     |                                                                                           |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | عبدالحی، حسین علی، ۱۳۴۱-                                                                  |
| عنوان و نام پدیدآور | تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی / تألیف حسین علی عبدالحی، محمد کاظم سیدی قمی، امیرسعید ویلکی. |
| مشخصات نشر          | تهران: مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲.                            |
| مشخصات ظاهری        | ۱۸۲ ص: (مصور رنگی)، جدول، نمودار.                                                         |
| فروست               | مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی؛ ۱۴۱. شیلات؛ ۲۰.                         |
| شابک                | ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۷۰-۱۶-۷                                                                         |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیفا                                                                                      |
| یادداشت             | کتابنامه.                                                                                 |
| موضوع               | ماهی ها - پرورش و تکثیر                                                                   |
| موضوع               | قزل آلاي رنگین کمان                                                                       |
| شناسه افزوده        | سیدی قمی محمد کاظم ۱۳۴۶-                                                                  |
| شناسه افزوده        | ویلکی، امیرسعید، ۱۳۳۶-                                                                    |
| شناسه افزوده        | مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی                                          |
| رده بندی کنگره      | ۱۳۹۲ ۵۸/۴۲ SH ۱۵۵                                                                         |
| رده بندی دیویی      | ۶۳۹/۳                                                                                     |
| شماره کتابشناسی ملی | ۲۱۳۸۱۵                                                                                    |

عنوان: تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی  
مؤلفان: حسین علی عبدالحی - محمد کاظم سیدی قمی - امیرسعید ویلکی  
ناشر: انتشارات مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی  
ویراستار علمی: بهرام فلاحتکار  
ویراستار ادبی - فنی: علیرضا فیضی  
طراح جلد: لیلا حائری مهریزی  
صفحه آرای: مریم طهماسبی  
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: پیام رسان  
نوبت چاپ: اول  
تاریخ نشر: ۱۳۹۲  
شمارگان: ۱۰۰۰  
قیمت: ۷۵۰۰۰۰ ریال  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۷۰-۱۶-۷  
تمام حقوق اثر برای انتشارات مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی محفوظ است.

## پیشگفتار ناشر

بی‌شک منابع علمی مکتوب و در رأس آنها کتاب‌های آموزشی از ارکان اساسی فناوری‌های آموزشی محسوب می‌شوند. گرچه در عصر حاضر گسترش منابع آموزشی مجازی و الکترونیک از منابع آموزشی مکتوب سبقت گرفته‌اند ولی کتاب به عنوان یکی از مؤثرترین مواد کمک آموزشی همچنان مورد توجه و استفاده مدرسان و فراگیران در فرایند تدریس و یادگیری نظام‌های آموزشی قرار دارد بی‌شک تولید و نشر روزافزون منابع آموزشی مکتوب نشان‌دهنده توسعه‌یافتگی نظام آموزشی عالی در هر کشور می‌باشد.

مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی در زمینه وظایف خود با رویکرد مهارت‌آموزی و کارآفرینی از طریق آموزش‌های علمی کاربردی در حوزه علوم تخصصی کشاورزی، تاکنون عنوان‌های متعدد و گوناگونی از کتاب‌های آموزشی و کاربردی که نتیجه تجربه‌های علمی و آموزشی محققان، متخصصان، مدرسان و اعضای هیئت علمی مربوط به حوزه علمی کاربردی کشاورزی را چاپ و منتشر کرده است. از آنجا که ارتقای کیفیت چنین مجموعه‌ای به توجه و بازبینی مستمر آن نیاز دارد امیدوارم متخصصان، صاحب‌نظران، مدرسان، دانشجویان و صاحبان فن، ما را با ارائه پیشنهادهای سازنده خود در راه ارتقای کیفی این منابع ارزشمند علمی و آموزشی یاری رسانند.

## پیمان فلسفی

رئیس مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی و

مدیرمسئول انتشارات

## فهرست مطالب

### فصل اول: کلیات

|         |                                                         |    |
|---------|---------------------------------------------------------|----|
| ۱-۱     | مقدمه                                                   | ۳  |
| ۲-۱     | تاریخچه                                                 | ۳  |
| ۳-۱     | زیست‌شناسی و رده‌بندی آزادماهیان                        | ۸  |
| ۱-۳-۱   | ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) | ۹  |
| ۲-۳-۱   | ماهی آزاد دریای خزر ( <i>Salmo trutta caspius</i> )     | ۱۳ |
| ۳-۳-۱   | ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز ( <i>Salmo trutta fario</i> )    | ۱۴ |
| ۴-۳-۱   | سایر آزادماهیان                                         | ۱۵ |
| ۱-۴-۳-۱ | ماهی آزاد اقیانوس اطلس ( <i>Salmo salar</i> )           | ۱۵ |
| ۲-۴-۳-۱ | ماهی آزاد چام ( <i>Chum salmon</i> )                    | ۲۰ |
| ۳-۴-۳-۱ | ماهی آزاد کوهو ( <i>Coho salmon</i> )                   | ۲۱ |
| ۴-۴-۳-۱ | ماهی آزاد سرخ‌پوستی ( <i>Chinook salmon</i> )           | ۲۳ |
| ۵-۴-۳-۱ | ماهی آزاد صورتی ( <i>Oncorhynchus gorbucha</i> )        | ۲۵ |
| ۶-۴-۳-۱ | ماهی آزاد ساک‌آبی ( <i>Sockeye salmon</i> )             | ۲۸ |

### فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب برای تکثیر و پرورش آزادماهیان

|       |                                                                                                          |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ۱-۲   | درجه حرارت                                                                                               | ۳۳ |
| ۲-۲   | اکسیژن محلول                                                                                             | ۳۳ |
| ۳-۲   | نیترژن                                                                                                   | ۳۶ |
| ۴-۲   | گاز کربنیک ( $CO_2$ ) یا دی‌اکسیدکربن                                                                    | ۳۶ |
| ۵-۲   | pH                                                                                                       | ۳۸ |
| ۶-۲   | نیتریت                                                                                                   | ۴۱ |
| ۷-۲   | نیترات                                                                                                   | ۴۲ |
| ۸-۲   | سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی آب (قلیائیت، سختی کل، سولفید هیدروژن ( $H_2S$ ))، مواد معلق، هدایت الکتریکی) | ۴۲ |
| ۱-۸-۲ | قلیائیت آب                                                                                               | ۴۲ |

|    |                                                   |
|----|---------------------------------------------------|
| ۴۲ | ..... ۲-۸-۲ سختی کل                               |
| ۴۳ | ..... ۳-۸-۲ سولفید هیدروژن $H_2S$                 |
| ۴۵ | ..... ۴-۸-۲ مواد معلق ( <i>Suspended solids</i> ) |
| ۴۳ | ..... ۵-۸-۲ هدایت الکتریکی                        |

## فصل سوم: تکثیر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

|    |                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------|
| ۴۷ | ..... ۱-۳ فیزیولوژی تولید مثل                                |
| ۴۷ | ..... ۲-۳ دستگاه تولید مثلی                                  |
| ۴۷ | ..... ۱-۲-۳ تخمدان                                           |
| ۵۰ | ..... ۲-۲-۳ بیضه                                             |
| ۵۰ | ..... ۳-۲-۳ ساختمان تخم و اسپرم                              |
| ۵۰ | ..... ۱-۳-۲-۳ تخم                                            |
| ۵۲ | ..... ۲-۳-۲-۳ رشد و نمو اسپرم‌ها                             |
| ۵۴ | ..... ۳-۳ تشخیص ماهیان نر و ماده و رسیدگی جنسی               |
| ۵۶ | ..... ۴-۳ عوامل مؤثر در رسیدگی جنسی ماهیان                   |
| ۵۶ | ..... ۱-۴-۳ درجه حرارت                                       |
| ۵۷ | ..... ۲-۴-۳ نور                                              |
| ۵۹ | ..... ۳-۴-۳ تغذیه                                            |
| ۶۰ | ..... ۴-۴-۳ جنس و سن ماهی                                    |
| ۶۰ | ..... ۵-۳ انتخاب و به‌گزینی مولدین                           |
| ۶۲ | ..... ۱-۵-۳ به‌گزینی انفرادی ( <i>Individual selection</i> ) |
| ۶۳ | ..... ۱-۱-۵-۳ به‌گزینی برای نرخ رشد                          |
| ۷۵ | ..... ۲-۵-۳ به‌گزینی نرخ رشد و سایر فنوتیپ‌ها                |
| ۷۶ | ..... ۳-۵-۳ گزینش خانوادگی ( <i>Family selection</i> )       |
| ۷۷ | ..... ۱-۳-۵-۳ گزینش درون خانوادگی                            |
| ۷۹ | ..... ۲-۳-۵-۳ گزینش بین خانوادگی                             |
| ۸۳ | ..... ۶-۳ کنترل جنسیت ماهی                                   |
| ۸۳ | ..... ۱-۶-۳ روش‌های کنترل جنسیت                              |
| ۸۵ | ..... ۱-۱-۶-۳ استفاده مستقیم از هورمون                       |
| ۸۸ | ..... ۲-۱-۶-۳ تغییر جنسیت ژنتیکی و تولید ماهیان تک‌جنسی      |
| ۹۰ | ..... ۲-۶-۳ عقیم کردن ماهی                                   |

|     |                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------|
| ۹۰  | ۳-۶-۲-۱ عقیم کردن با هورمون.....                           |
| ۹۲  | ۳-۶-۲-۲ ماهی تریپلوئید.....                                |
| ۹۳  | ۳-۶-۲-۳ اشعه دادن (Irradiation).....                       |
| ۹۳  | ۳-۷ عملیات تخم‌کشی و لقاح مصنوعی.....                      |
| ۹۵  | ۳-۸ انواع لقاح.....                                        |
| ۹۵  | ۳-۹ تخم‌پروری و انواع تخم‌پرورها (انکوباتورها).....        |
| ۹۶  | ۳-۹-۱ تخم‌پرورهای جعبه‌ای.....                             |
| ۹۷  | ۳-۹-۲ تخم‌پرور سینی‌شکل.....                               |
| ۹۸  | ۳-۹-۳ تخم‌پرور چکه‌ای.....                                 |
| ۹۸  | ۳-۹-۴ تخم‌پرورهای عمودی گلدانی شکل (Jar).....              |
| ۱۰۰ | ۳-۱۰ شمارش و جابه‌جایی تخم ماهی قزل‌آلا.....               |
| ۱۰۲ | ۳-۱۱ پرورش لارو و بچه ماهیان انگشت‌قد.....                 |
| ۱۰۲ | ۳-۱۱-۱ کانال‌ها و حوضچه‌ها.....                            |
| ۱۰۳ | ۳-۱۱-۲ تغذیه لاروها و بچه‌ماهیان.....                      |
| ۱۰۳ | ۳-۱۱-۳ رقم‌بندی.....                                       |
| ۱۰۶ | ۳-۱۱-۴ شمارش و حمل بچه‌ماهیان.....                         |
| ۱۰۷ | ۳-۱۱-۵ حمل و نقل ماهیان.....                               |
| ۱۰۸ | ۳-۱۲ حمل و نقل تخم‌چشم‌زده ماهی قزل‌آلا.....               |
| ۱۱۰ | ۳-۱۳ انتقال تخم چشم‌زده ماهی از جعبه حمل به انکوباتور..... |

## فصل چهارم: مراحل پرورش ماهی قزل‌آلا

|     |                                               |
|-----|-----------------------------------------------|
| ۱۱۵ | ۴-۱ مراحل پرورش ماهی قزل‌آلا.....             |
| ۱۱۵ | ۴-۱-۱ مرحله اول پرورش (۲/۵ تا ۱۰ گرمی).....   |
| ۱۱۶ | ۴-۱-۲ مرحله دوم پرورش (۱۰ تا ۹۰ گرمی).....    |
| ۱۱۶ | ۴-۱-۳ مرحله سوم پرورش (۹۰ تا ۲۵۰ گرمی).....   |
| ۱۱۷ | ۴-۱-۴ برداشت ماهی.....                        |
| ۱۱۷ | ۴-۲ روش‌های معمول پرورش ماهی قزل‌آلا.....     |
| ۱۱۷ | ۴-۲-۱ پرورش در کانال‌های دراز (Raceways)..... |
| ۱۱۸ | ۴-۲-۲ پرورش در حوضچه‌های گرد.....             |
| ۱۱۹ | ۴-۲-۳ پرورش در حوضچه‌های مستطیل شکل.....      |
| ۱۱۹ | ۴-۲-۴ پرورش در استخر خاکی.....                |

|     |                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------|
| ۱۲۱ | ۴-۲-۵ پرورش در قفس                                                   |
| ۱۲۲ | ۴-۲-۶ پرورش در سیستم مدار بسته                                       |
| ۱۲۴ | ۴-۳ روش‌های تعیین ظرفیت تولید                                        |
| ۱۲۵ | ۴-۳-۱ تعیین ظرفیت تولید براساس اکسیژن مورد نیاز                      |
| ۱۲۶ | ۴-۳-۲ تعیین ظرفیت تولید با استفاده از اکسیژن مورد نیاز سوخت‌وساز غذا |
| ۱۲۸ | ۴-۳-۳ تعیین ظرفیت تولید براساس آمونیاک ناشی از غذاهای                |
| ۱۲۹ | ۴-۴ مراقبت‌های لازم در مراحل مختلف پرورش                             |
| ۱۳۰ | ۴-۵ کارهای عملی در پرورش ماهی قزل‌آلا                                |
| ۱۳۰ | ۴-۵-۱ شمارش لارو و بچه ماهیان قزل‌آلا                                |
| ۱۳۰ | ۴-۵-۱-۱ شمارش لاروها یا بچه ماهیان به طریق وزنی                      |
| ۱۳۳ | ۴-۵-۱-۲ شمارش لاروها و یا بچه ماهیان به طریق حجمی                    |
| ۱۳۴ | ۴-۵-۲ بارگیری و انتقال بچه ماهیان به تانکرهای حمل                    |
| ۱۳۵ | ۴-۵-۳ بارگیری و انتقال ماهیان توسط کیسه پلاستیکی                     |
| ۱۳۶ | ۴-۵-۴ رهاسازی بچه ماهیان به داخل استخرهای پرورشی                     |

## فصل پنجم: تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

|     |                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------|
| ۱۴۱ | ۵-۱ فیزیولوژی دستگاه گوارش ماهیان                       |
| ۱۴۴ | ۵-۲ اجزای غذا                                           |
| ۱۴۴ | ۵-۲-۱ پروتئین                                           |
| ۱۴۶ | ۵-۲-۲ چربی                                              |
| ۱۴۷ | ۵-۲-۳ کربوهیدرات‌ها                                     |
| ۱۴۸ | ۵-۲-۴ عناصر معدنی                                       |
| ۱۴۹ | ۵-۲-۵ ویتامین‌ها                                        |
| ۱۵۲ | ۵-۳ انواع غذاها                                         |
| ۱۵۳ | ۵-۴ روش‌های محاسبه غذای مورد نیاز                       |
| ۱۵۵ | ۵-۴-۱ روش محاسبه غذای مورد نیاز براساس جداول تعیین غذا  |
| ۱۵۶ | ۵-۴-۲ روش محاسبه غذای مورد نیاز براساس میزان رشد روزانه |
| ۱۵۷ | ۵-۵ ضریب تبدیل غذایی (FCR)                              |
| ۱۶۰ | ۵-۶ روش‌های غذاهای و انواع غذاهای                       |
| ۱۶۳ | ۵-۷ انواع فرمول‌های غذایی                               |
| ۱۶۶ | ۵-۸ روش نگهداری مواد غذایی                              |

## فصل ششم: تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر

|     |                                               |
|-----|-----------------------------------------------|
| ۱۷۵ | ۱-۶ صید و تأمین مولدین ماهی آزاد.....         |
| ۱۷۶ | ۲-۶ انتقال و نگهداری ماهیان مولد صید شده..... |
| ۱۷۷ | ۳-۶ تکثیر ماهی آزاد دریای خزر.....            |
| ۱۷۸ | ۴-۶ انکوباسیون تخم ماهی آزاد.....             |
| ۱۷۸ | ۵-۶ پرورش لارو بچه ماهی آزاد.....             |
| ۱۷۹ | ۶-۶ غذای بچه ماهیان آزاد و نحوه غذادهی.....   |
| ۱۸۰ | ۷-۶ رهاسازی بچه ماهیان آزاد در رودخانه.....   |
| ۱۸۳ | فهرست منابع.....                              |

www.ketab.ir

## فهرست جداول

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| جدول ۱-۱ میزان تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی در جهان (تن).....                                                                 | ۵   |
| جدول ۱-۲ روند پرورش ماهی قزل‌آلا در استان‌های مختلف کشور (تن) (۱۳۶۸-۱۳۸۷).....                                                    | ۷   |
| جدول ۱-۳ نام علمی و انگلیسی تعدادی از آزادماهیان مهم پرورشی.....                                                                  | ۹   |
| جدول ۱-۴ زمان تخم‌ریزی ماهی قزل‌آلا در محیط‌های طبیعی و مصنوعی در کشورهای مختلف.....                                              | ۱۰  |
| جدول ۱-۲ رابطه بین درجه حرارت، شوری و حلالیت اکسیژن.....                                                                          | ۳۴  |
| جدول ۲-۲ درصد آمونیاک غیر یونیزه در آب و رابطه آن با pH و درجه حرارت مختلف.....                                                   | ۳۷  |
| جدول ۳-۲ اثرات آمونیاک بر ماهیان.....                                                                                             | ۳۷  |
| جدول ۴-۲ درصد اشکال مختلف CO <sub>2</sub> در رابطه با pH.....                                                                     | ۳۸  |
| جدول ۵-۲ اثرات pH بر ماهی.....                                                                                                    | ۴۰  |
| جدول ۶-۲ میزان نیتریت در رابطه با آزادماهیان با توجه به میزان کلراید.....                                                         | ۴۱  |
| جدول ۱-۳ خلاصه مراحل رشد تخمک‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.....                                                                   | ۴۹  |
| جدول ۲-۳ میزان مصرف ۱۷-بتا-استرادیول در غذا و مدت زمان استفاده به منظور تغییر جنسیت به ماده.....                                  | ۸۷  |
| جدول ۳-۳ میزان مصرف هورمون ۱۷-آلفا-متیل تستوسترون و دوره مورد نیاز برای تغییر جنسیت به نر.....                                    | ۸۸  |
| جدول ۴-۳ میزان مصرف هورمون ۱۷-آلفا-متیل تستوسترون و دوره استفاده آن در ماهیان.....                                                | ۹۰  |
| جدول ۵-۳ انواع شوک برای جلوگیری از جدا شدن دومین گویچه قطبی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.....                                      | ۹۳  |
| جدول ۱-۴ مبنای رقم‌بندی بچه‌ماهیان.....                                                                                           | ۱۱۵ |
| جدول ۱-۵ احتیاجات مواد معدنی ماهی قزل‌آلا.....                                                                                    | ۱۴۸ |
| جدول ۲-۵ انواع ویتامین‌ها و علائم کمبود آنها.....                                                                                 | ۱۵۱ |
| جدول ۳-۵ اندازه غذاهای پلت.....                                                                                                   | ۱۵۲ |
| جدول ۴-۵ مقدار غذای خشک لازم برای تغذیه روزانه ماهی قزل‌آلا، نسبت به درصد وزن توده زنده ماهی در اوزان مختلف و دمای متفاوت آب..... | ۱۵۵ |
| جدول ۵-۵ میزان رشد ماهی در دماهای مختلف و زمان‌های معین.....                                                                      | ۱۵۶ |
| جدول ۶-۵ ترکیب جیره غذایی مصرفی.....                                                                                              | ۱۶۳ |
| جدول ۷-۵ مثال‌هایی از جیره غذایی مصرفی آزادماهیان (درصد).....                                                                     | ۱۶۳ |
| جدول ۸-۵ فرمول غذایی برای پرورش ماهی انگشت قد قزل‌آلا.....                                                                        | ۱۶۴ |
| جدول ۹-۵ فرمول غذایی قزل‌آلا در مرحله پروار بندی (پرورش بازاری).....                                                              | ۱۶۴ |

## فهرست اشکال

|          |                                                      |    |
|----------|------------------------------------------------------|----|
| شکل ۱-۱  | اندام داخلی یک نمونه ماهی از خانواده آزادماهیان..... | ۸  |
| شکل ۲-۱  | ماهی قزل آلائی استیل هد اقیانوسی.....                | ۱۱ |
| شکل ۳-۱  | ماهی قزل آلائی استیل هد مولد ماده.....               | ۱۱ |
| شکل ۴-۱  | ماهی قزل آلائی سر پولادی مولد نر.....                | ۱۲ |
| شکل ۵-۱  | قزل آلائی دونالدسون اقیانوسی.....                    | ۱۲ |
| شکل ۶-۱  | مولد ماده قزل آلائی دونالدسون.....                   | ۱۲ |
| شکل ۷-۱  | مولد نر قزل آلائی دونالدسون.....                     | ۱۳ |
| شکل ۸-۱  | ماهی ماده آزاد اطلس اقیانوسی.....                    | ۱۹ |
| شکل ۹-۱  | ماهی آزاد ماده اطلس.....                             | ۱۹ |
| شکل ۱۰-۱ | ماهی آزاد نر اطلس.....                               | ۱۹ |
| شکل ۱۱-۱ | ماهی آزاد چام اقیانوسی.....                          | ۲۰ |
| شکل ۱۲-۱ | ماهی آزاد چام نر رسیده بالغ.....                     | ۲۰ |
| شکل ۱۳-۱ | ماهی آزاد چام ماده بالغ.....                         | ۲۱ |
| شکل ۱۴-۱ | ماهی آزاد چام نر بالغ.....                           | ۲۱ |
| شکل ۱۵-۱ | ماهی آزاد چام نر بالغ اقیانوسی.....                  | ۲۲ |
| شکل ۱۶-۱ | ماهی آزاد چام نر بالغ.....                           | ۲۲ |
| شکل ۱۷-۱ | ماهی ماده آزاد کوهو.....                             | ۲۲ |
| شکل ۱۸-۱ | ماهی نر آزاد کوهو.....                               | ۲۳ |
| شکل ۱۹-۱ | ماهی آزاد چینوک اقیانوسی.....                        | ۲۳ |
| شکل ۲۰-۱ | ماهی آزاد چینوک نر بالغ مرحله یک.....                | ۲۴ |
| شکل ۲۱-۱ | ماهی آزاد چینوک نر بالغ مرحله دو.....                | ۲۴ |
| شکل ۲۲-۱ | ماهی آزاد چینوک نر بالغ مرحله سه.....                | ۲۴ |
| شکل ۲۳-۱ | ماهی آزاد چینوک ماده بالغ.....                       | ۲۵ |
| شکل ۲۴-۱ | ماهی آزاد چینوک مولد نر.....                         | ۲۵ |
| شکل ۲۵-۱ | ماهی آزاد صورتی اقیانوسی.....                        | ۲۶ |
| شکل ۲۶-۱ | ماهی آزاد صورتی مولد ماده.....                       | ۲۶ |
| شکل ۲۷-۱ | ماهی آزاد صورتی مولد نر.....                         | ۲۶ |

- شکل ۱-۲۸ ماهی آزاد گیلانی اقیانوسی ..... ۳۷
- شکل ۱-۲۹ مولد ماده ماهی آزاد گیلانی ..... ۳۷
- شکل ۱-۳۰ مولد نر ماهی آزاد گیلانی ..... ۳۷
- شکل ۱-۳۱ ماهی آزاد ساک آی اقیانوس ..... ۳۸
- شکل ۱-۳۲ ماهی آزاد ساک آی نر بالغ ..... ۳۸
- شکل ۱-۳۳ ماهی آزاد ساک آی مولد ماده ..... ۳۹
- شکل ۱-۳۴ ماهی آزاد ساک آی مولد نر ..... ۳۹
- شکل ۱-۲ رابطه گاز کربنیک ( $\text{CO}_2$ )، یون بیکربنات ( $\text{HCO}_3^-$ )، و یون کربنات ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) با pH آب .. ۳۸
- شکل ۳-۱ ساختمان تخم ماهی ..... ۵۱
- شکل ۳-۲ ارتباط مراحل مختلف تقسیم میوز و تغییرات بافت‌شناختی در اووسیت‌ها در طول بلوغ تخمدان ماهی قزل‌آلا ..... ۵۲
- شکل ۳-۳ تکنیک مراحل اسپرم‌سازی و خروج اسپرم از منفذ تناسلی ..... ۵۴
- شکل ۳-۴ تشخیص ماهی نر و ماده ..... ۵۵
- شکل ۳-۵ تأثیر آب سرد ۲ درجه سانتی‌گراد بر روی انکوباسیون تخم ماهی قزل‌آلا و تفریخ آن ..... ۵۷
- شکل ۳-۶ زمان تخم‌ریزی (فلش) ماهی ماده قزل‌آلا با رژیم‌های مختلف نوری ..... ۵۸
- شکل ۳-۷ تأثیر تغییر نوری بلند و در ادامه تغییر نوری کوتاه بر روی ماهی قزل‌آلا ..... ۵۹
- شکل ۳-۸ نمودار شماتیک یک برنامه اصلاح نژاد و به‌گزینی ساده و کم هزینه برای بهبود نرخ رشد به وسیله انتخاب دومرحله‌ای در زمان صید بچه ماهیان انگشت‌قد و ماهیان پرواری ..... ۶۶
- شکل ۳-۹ نمودار شماتیک برنامه کوچک و کم هزینه اصلاح نژاد و به‌گزینی، به منظور طراحی بهبود نرخ رشد ..... ۶۷
- شکل ۳-۱۰ نمودار شماتیک شرح اهداف ژنتیکی که قابل انتقال از برنامه به‌گزینی و اصلاح نژاد، به ماهیان تولیدی است که پرورش‌دهنده برای مصرف بازار پرورش می‌دهد ..... ۷۱
- شکل ۳-۱۱ نمای شماتیک برنامه اصلاح نژاد در گزینش انفرادی برای بهبود نرخ رشد، هنگامی که پرورش‌دهنده نتواند تخم‌ریزی‌ها را همزمان کند ..... ۷۴
- شکل ۳-۱۲ نمودار شماتیک گزینش درون خانوادگی به منظور بهبود میزان رشد ..... ۷۹
- شکل ۳-۱۳ شکل شماتیک گزینش بین خانوادگی برای بهبود نرخ رشد (حداقل ۲۵ خانواده باید ارزیابی شوند) ..... ۸۲
- شکل ۳-۱۴ سن و اندازه قزل‌آلا هنگام بلوغ و عرضه به بازار ..... ۸۴
- شکل ۳-۱۵ تولید ماهیان تک‌جنس ماده ..... ۸۹

- شکل ۳-۱۶ استفاده از هورمون برای تغییر جنسیت به نر، ماده و یا عقیم کردن قزل آلا (در دمای ۹ درجه سانتی گراد)..... ۹۱
- شکل ۳-۱۷ تولید قزل آلا در مراکز تکثیر جدید همراه با زمان بندی مراحل توسعه در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد..... ۹۴
- شکل ۳-۱۸ تخم پرور جعبه ای..... ۹۷
- شکل ۳-۱۹ تخم پرور سینی شکل..... ۹۸
- شکل ۳-۲۰ تخم پرور عمودی گلدانی شکل..... ۱۰۰
- شکل ۳-۲۱ لوازم شمارش تخم به طریق حجم بندی..... ۱۰۱
- شکل ۳-۲۲ رقم بندی با جعبه رقم بند..... ۱۰۴
- شکل ۳-۲۳ رقم بندی درون استخر..... ۱۰۵
- شکل ۴-۱ نمای شماتیک سیستم مدار بسته ۵۰ تنی..... ۱۲۴
- شکل ۴-۲ ارتباط میزان اکسیژن مصرفی ماهی قزل آلا با وزن ماهی و درجه حرارت آب..... ۱۲۵